

独立行政法人 鉄道建設・運輸施設整備支援機構様
平成28年度 内航船舶技術支援セミナー

内航船向け中速主機関用 金属ばね防振装置の実用化

平成27年度 高度船舶技術実用化助成制度申請事業

2016年

10月21日/ 11月2日/ 11月9日/ 11月21日

ヤンマー株式会社

エンジン事業本部

特機エンジン統括部

開発部 システム開発部

富田 展久

久保 貴裕



YANMAR

独立行政法人 鉄道建設・運輸施設整備支援機構様 平成28年度 内航船舶技術支援セミナー

目次

1. 背景
2. 目的
3. 技術の概要
4. 性能と効果
5. 実用化の展開
6. まとめ



背景



背景

- ・IMO船内騒音規制の施行
- ・労働環境面からの船内騒音低減要求
- ・顧客満足度の面からの船内騒音低減要求



船舶に対する低騒音化要求の増加

- ・従来の主機関用防振ゴムの特徴：
⇒直据付より振動低減できるが、メンテナンスが必要



防振装置のメンテナンス工数削減要求



IMO船内騒音規制の施行

・平成26年7月以降に建造契約を締結した国際総トン数1600GT以上の船舶に対して、騒音規制が適用。

・居住区での騒音規制値は55dB※1～60dB※2であり、厳しい規制。

※1:1万GT以上, ※2:1600GT以上1万GT未満

・内航船に関しては、規制値の適用が3年間免除され、対象は国内総トン数1600GT以上の船舶となる。



IMO船内騒音規制の施行

内航船の騒音レベル (独立行政法人鉄道建設・運輸施設整備支援機構殿HPより転載)



共有船の騒音レベル

単位: dB(A特性)

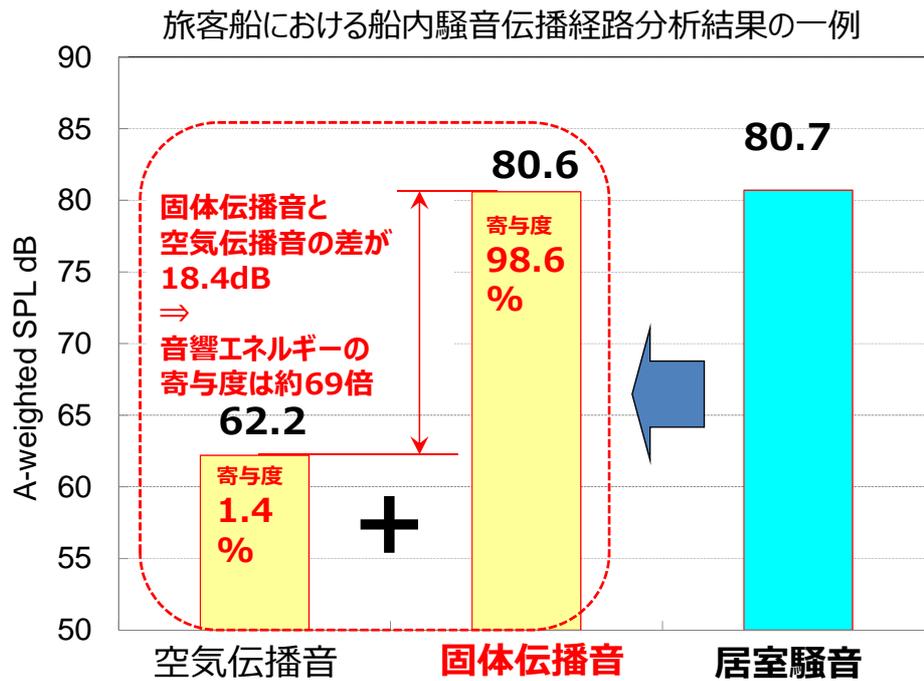
船種	タンカー	タンカー	タンカー	タンカー	タンカー	タンカー	セメント船	ケミカルタンカー (SES)	セメント船 (SES)	基準値	
総トン数	1791	1832	3559	3854	3832	3586	3610	1066	5730		
Nav. Bridge	66	67	65.8	65.4	62.2	61.4	61-62	60.3	50.6-54.3	65	
Captain Deck	Cap. Deckなし	70-74	Cap. Deckなし	55.2-63.3	58.9-61.1	54.2-58.7	57-61	—	44.3~50.9	60	
Boat Deck	居室	62-65	72-74	63.7-66.6	56.9-64.7	58.9-65.7	56.0-59.6	56-58	56.5~60.7		46.4~51.4
Poop Deck	食堂	63-67	79※1	67.3-70.8	60.0	62.9-65.9	なし	56-61	56.9~63.0	なし	65
	娛樂室	68		66.5	67.8	63.2	63.2	65	61.5	52.1	65
	事務室	68	-	69.8	65.6	74.5	63.6	66-67	—	—	65
機関制御室	調理室	72	83	72.9	74.9	75.9	-	75	70.8	58.0	75
	73	86	74.4	77	76.7	72.5	(61)※2	—	—	75	
機関区域	101	96-106	82.8-106.0	90.1-102.7	99.9	-	96-105	94.3~95.4	84.0~104.4	110	

計測は建造造船所の測定方法で実施
(内装工事が未完成で測定したものもある)
※1. 共通の部屋
※2. Nav. Bridgeに機関監視室あり

現段階で騒音規制に適合した船舶は多くない。



船内騒音の種類と実態



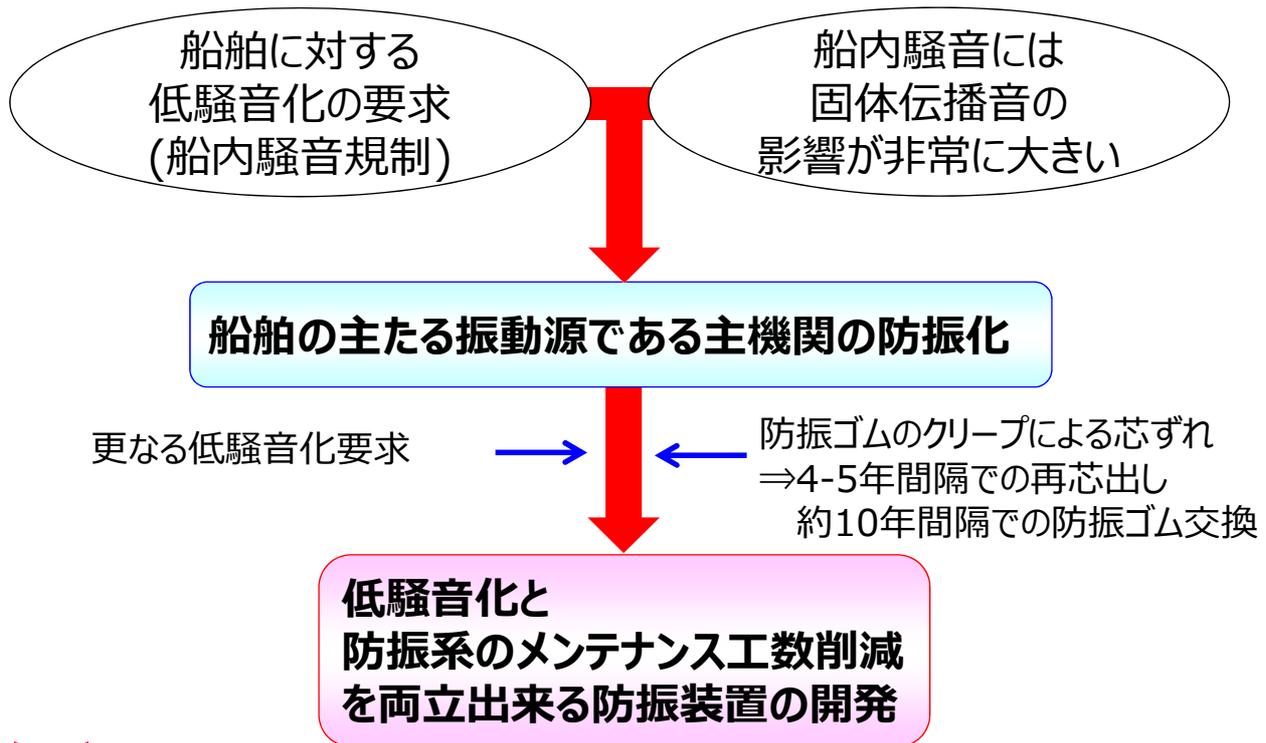
船内騒音に対し、固体(振動)伝播音の影響が非常に大きい。



目的



実用化事業の目的



金属ばねを適用するねらい

低振動・低騒音化の実現

- ・防振ゴムよりも固有振動数を下げること、トルク変動成分(3次※)の共振点はもちろん1次の共振点も使用運転域外に設定可能

※4サイクル6気筒機関の場合

メンテナンスフリー

- ・劣化、たわみ量増加に伴う交換が不要
- ・クリープ特性が無い、ため、ゴム高さ変化に伴う再芯出しが不要



実用化事業の目的／実施内容／研究内容

目的：

金属ばね防振装置を実用化することにより、下記の達成を目指す。

- ・内航船の船内騒音低減
- ・防振系メンテナンス工数・費用削減

実施内容：

1. 計画設計 ……①設計検討 ②防振計算
2. 商品化試験（陸上試験） ……振動計測
3. 商品化設計 ……①仕様書/図面/取扱説明書の作成
②検査承認および鑑定書取得 ③他機種展開

研究内容：

1. 低い固有振動数の防振システム検討
2. クリープ特性の検証

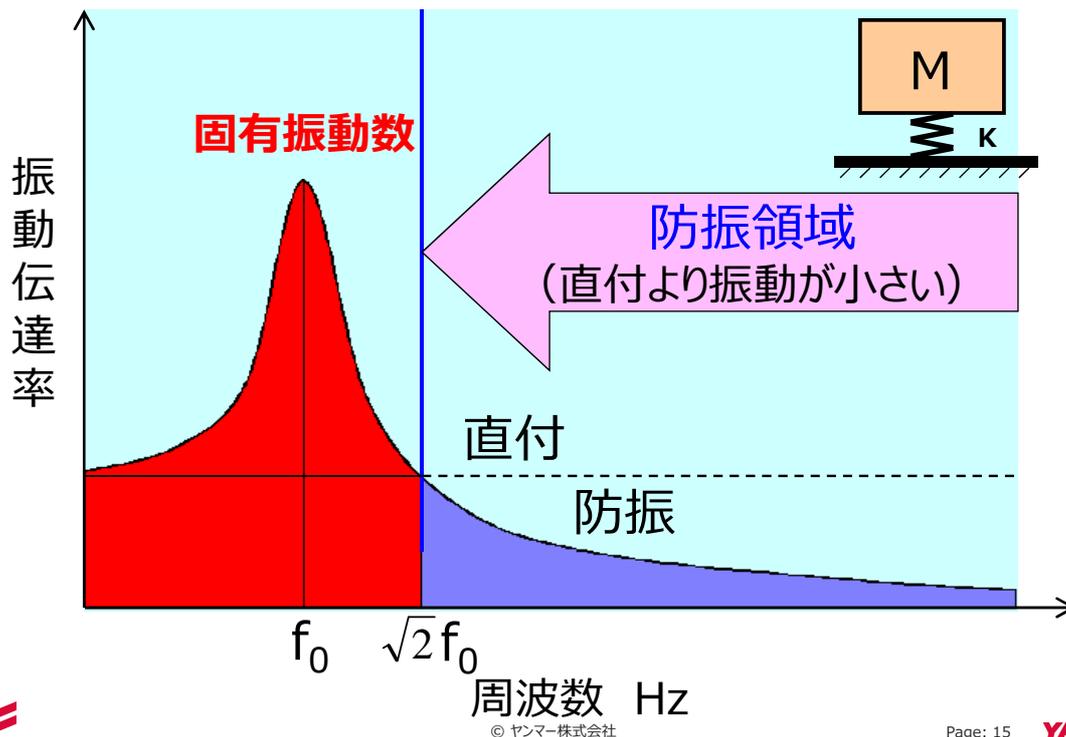


技術の概要



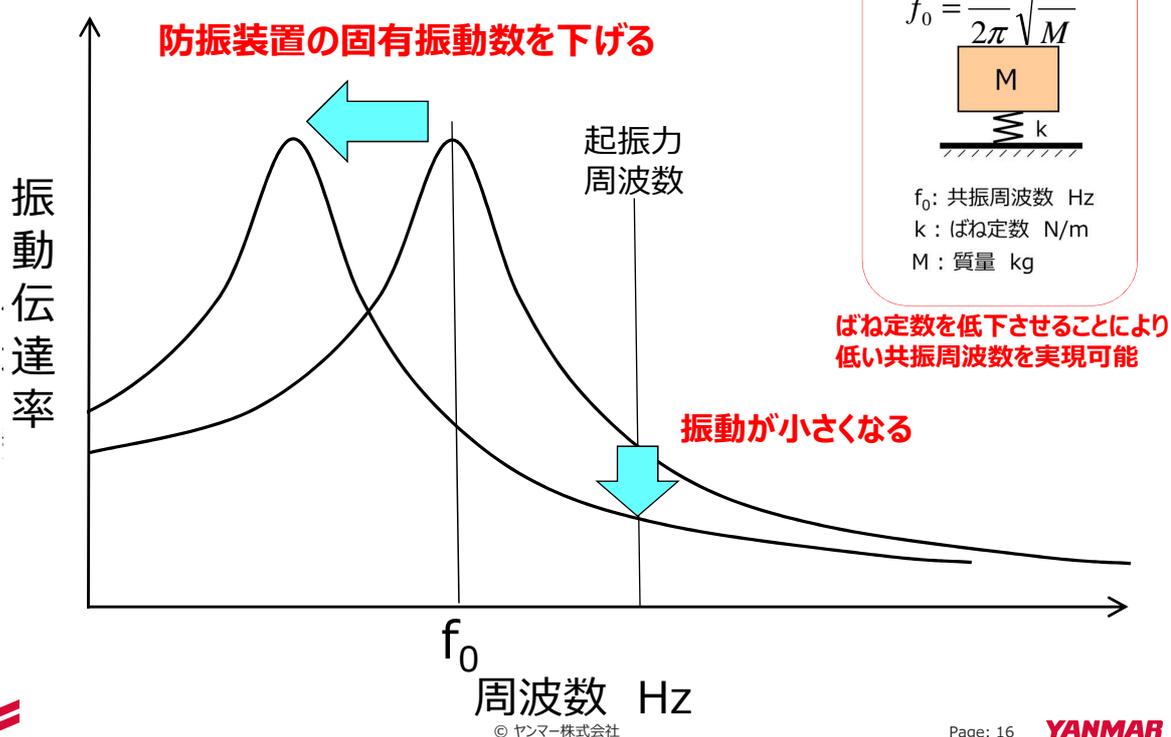
技術の概要

防振支持の効果



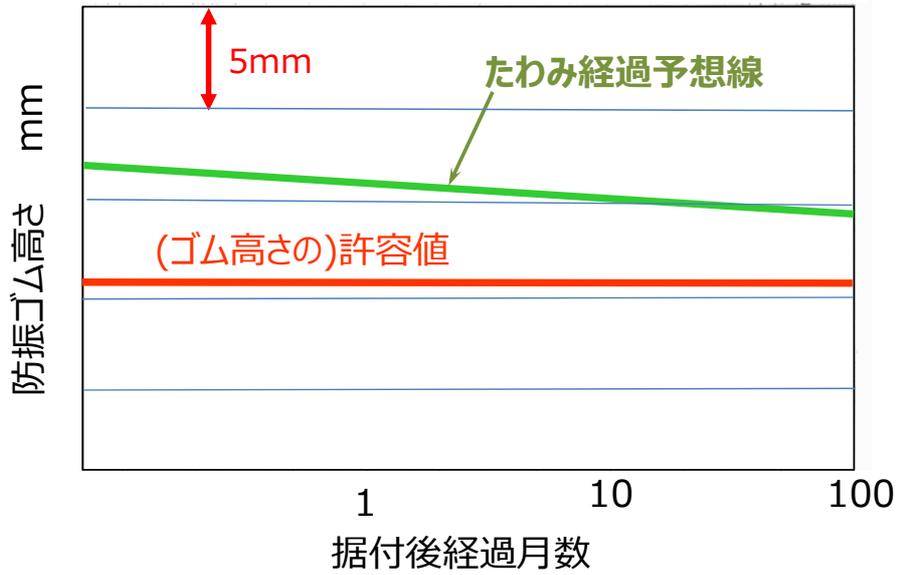
技術の概要

共振周波数と防振効果の関係



技術の概要

主機関用防振ゴム高さの経時変化（クリープ特性）



**防振ゴムは、長期間の使用で軸芯のずれが発生する。
⇒定期的な軸芯調整と防振ゴムの交換が必要**



性能と効果



供試機関／試験方法

機関型式名	6EY22形
シリンダ数	6
シリンダ径×ストローク	220mm×320mm
定格出力×定格回転数	736kW×800min ⁻¹
総質量 (WET)	約13,000kg



金属ばねを装備した供試機関

試験方法：

- ①同一機関で防振ゴムと金属ばねを順次装備し、比較試験した。
- ②比較対象の防振ゴムは、該当機関に通常適用する仕様とした。
- ③据付床への振動伝達力は、各防振装置下部にロードセルを設置し、直接法で計測した。

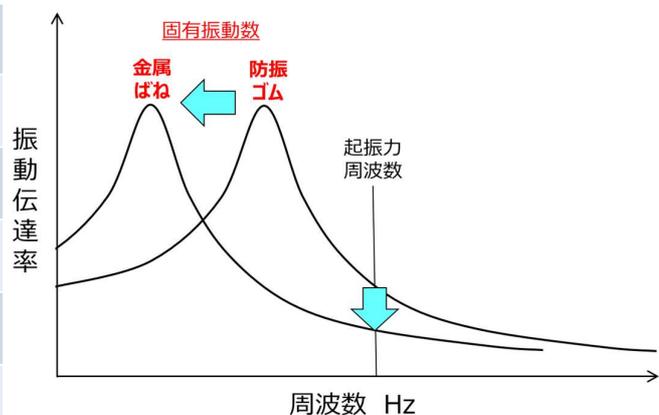


独立行政法人 鉄道建設・運輸施設整備支援機構様 平成28年度 内航船舶技術支援セミナー

(試験結果) 固有振動数の比較 (剛体モード)

・ハンマリング法による実測値

固有振動モード	固有振動数の比 金属ばね／防振ゴム
左右並進	0.31
前後並進	0.28
ヨーイング	0.54
上下並進	0.39
ピッチング	0.46
ローリング	0.49

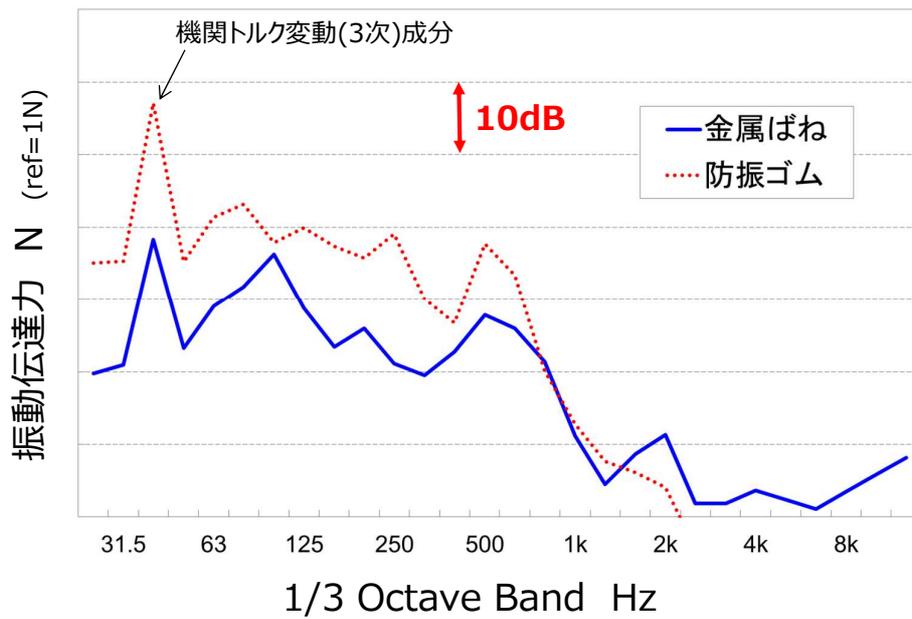


金属ばねは、固有振動数を防振ゴムの概ね1/2～1/3に低く設定できる



(試験結果) 据付床への振動伝達力の比較

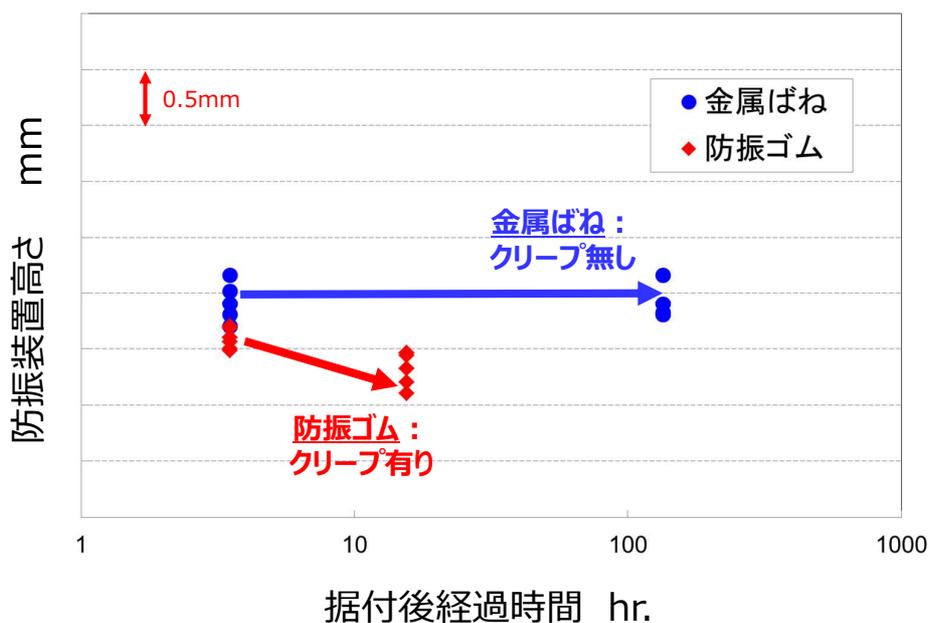
・計測条件：800min⁻¹ (100%負荷)



金属ばねの据付床への振動伝達力(3次成分)は、防振ゴムより概ね20dB小さい。



(試験結果) クリープ特性の比較



金属ばねのクリープ特性は、今後も定期的な継続フォロにより検証予定。



実用化の展開



納入実績

1. 船主 : JR西日本宮島フェリー株式会社様
2. 船種 : 旅客船兼自動車航送船
3. 船名 : ななうら丸
4. 航路 : 宮島⇔宮島口
5. 造船所 : 内海造船株式会社様
6. 船番 : SNo.789



JR西日本宮島フェリー株式会社様 : ななうら丸 (2016年11月 就航)



検査承認および鑑定書取得

本事業にて金属ばね防振装置の設計技術を確立し、以下のとおりいずれも国内で初めて取得した。

1. 国土交通省 海事局：

主機関用金属ばね防振装置として、JR西日本宮島フェリー株式会社様の「ななうら丸」搭載主機関で検査承認を受けた。

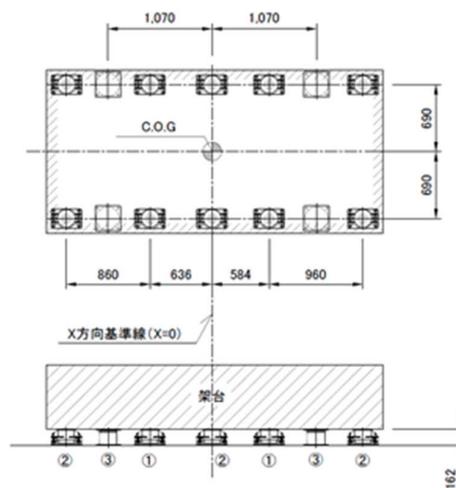
2. 日本海事協会：

防振構造設計に関する鑑定書を取得した。



他機種展開の基本設計検討

内航市場での適用を考慮して、より高出力機関での基本設計を検討し、本事業の成果と同等性能の金属ばね防振装置を設計できることを確認した。



他機種での配置検討
(シリンダ径260mmの場合)



まとめ



まとめ

1. 防振ゴムよりも低い固有振動数を実現できる金属ばね防振の設計技術を確立し、船内騒音低減への貢献を確認した。
2. 金属ばねがクリープレスである特性を確認し、メンテナンスフリーの実現性を検証した。
3. 本事業により設計手法を確立し、国内で初めて国土交通省の検査承認および日本海事協会の鑑定書を取得した。
4. 内航市場への適用を目指し、高出力機関への適用拡大の基本設計検討を行った。
5. 本事業の成果を適用した主機関をJR西日本宮島フェリー様のななうら丸に搭載した。



